

Seeri Raatikainen

# KATSAUS KEINOKOHTUTUTKIMUKSEEN NYT JA TULEVAISUUDESSA

Lääketieteen ja terveysteknologian tiedekunta  
Kandidaatin tutkielma  
Huhtikuu 2023

# TIIVISTELMÄ

Seeri Raatikainen: Katsaus keinokohtututkimukseen nyt ja tulevaisuudessa  
Kandidaatin tutkielma  
Tampereen yliopisto  
Bioteknologia ja biolääketieteen tekniikka  
Huhtikuu 2023

---

Maailmassa syntyy vuosittain 15 miljoonaa lasta ennen laskettua aikaa. Miljoona ennenaikaisesti syntynyttä lasta kuolee ennenaikaisen syntymänsä takia. Nykyisellä keskoshoidolla on rajoitteensa ja kehittyneemmällä keskoshoidolla voitaisiin välttää kuolemantapausten lisäksi fyysisiä ja psyykkisiä vammoja, joita ennenaikainen syntymä aiheuttaa.

Omien lapsien saaminen voi myös olla hankalaa tai mahdotonta. Kohdun vauriot voivat estää normaalin raskauden, ja transnaisille tai miespareille, jotka haluavat biologisia lapsia, raskaus ei ole mahdollinen muutoin kuin sijaissyntyttäjää käyttäen. Keinokohtut saattavat tulevaisuudessa tarjota ratkaisuja kaikkiin näihin ongelmiin.

Keinokohtut ovat keinotekoisia rakenteita, joiden tarkoitus on joko ylläpitää raskautta ihmiskehon ulkopuolella, toimia kehittyneempänä keskoshoidon välineenä tai mahdollistaa raskaus sellaisille henkilöille, joille se ei muuten olisi mahdollista. Keinokohtututkimuksen pääsuuntauksena on tällä hetkellä kehon ulkopuolelle sijoittuvat "keinokohtupussit", mutta tulevaisuudessa mikäli elinten 3D-bioprinttaaminen kehittyy, myös 3D-bioprintattuja keinokohtuja voidaan tuottaa. Viime aikoina on julkaistu useampi tutkimustulos kehitteillä olevista keinokohtuista ja tulokset ovat olleet lupaavia. Nämä tutkimukset ovat keskittyneet "biopussien" käyttöön keinokohtuina ja niiden tarkoituksena on ollut kehittää keskoshoittoa sekä vähentää ennenaikaisen syntymän aiheuttamia psyykkisiä ja fyysisiä vammoja.

Keinokohtututkimus on ollut myös paljon uutisotsikoissa. Uutisotsikot ja kuvat ovat saattaneet vaikuttaa ihmisten mielikuviin keinokohtuista joko negatiivisesti tai positiivisesti. Nämä mielikuvat saattavat osaltaan hidastaa tehtävää tutkimusta. Lisäksi eettiset kysymykset keinokohtujen käytöstä vaikuttavat tehtävään tutkimukseen. Moniin kysymyksiin ei vielä ole selkeitä vastauksia. Tulevaisuudessa tulee myös miettiä lainsäädännön soveltamista keinokohtuihin, sillä nykyinen lainsäädäntö ei vastaa ongelmiin, jota keinokohtujen käytöstä saattaa aiheutua.

Keinokohtujen ihmiskokeiden arvellaan kuitenkin olevan jo lähellä ja keinokohtututkimus tulee olemaan tulevina vuosina erittäin ajankohtaista.

Avainsanat: Keinokohtu, osittainen ektogeneesi, kokonainen ektogeneesi, keskoshoido, raskaus

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

# ALKUSANAT

Haluan kiittää ihanaa ohjaajaani Minna Veirantoa, joka osasi auttaa aina juuri oikeilla hetkillä. Lisäksi haluan kiittää kaikkia muita, jotka jaksoivat kuunnella, kun aloin puhumaan tästä aiheesta. Kiitos myös Merike Helanderille, jonka artikkeli oli korvaamaton apu työtä kirjoittaessa.

Tampereella, 25.4.2023

Seeri Raatikainen

# SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO .....	4
2. KEINOKOHDUT .....	5
2.1 Mitä ovat keinokohdut? .....	5
2.2 Keinokohdun mahdollisuudet .....	6
2.2.1 Vaihtoehto keskoskaapeille .....	6
2.2.2 Vaihtoehto raskaudelle ja kokonainen ektogeneesi .....	7
2.3 Biopussit keinokohdun aikana .....	8
2.4 3D-biotulostetut keinokohdut ja kohdunsiirrot .....	10
3. KEINOKOHDUT UUTISOTSIKOISSA .....	11
3.1 Keinokohdut uutisotsikoissa .....	11
3.2 Kuvien ja uutisoinnin vaikutus mielikuviin .....	12
4. ETIIKKA JA LAINSÄÄDÄNTÖ KEINOKOHTUTUTKIMUKSESSA .....	13
4.1 Vastasyntyneitä vai jotain muuta? .....	13
4.2 Keinokohdun vaikutus aborttiin .....	15
4.3 Lainsäädännön vaikutukset keinokohdututkimuksessa ja sen jälkeen .....	16
5. YHTEENVETO .....	19
6. LÄHTEET .....	20

# 1. JOHDANTO

Vuosittain maailmassa syntyy arviolta 140 miljoonaa lasta. (World Health Organization, 2012) Näin ollen raskaus on osa monen naisen elämää. Yleensä raskaudesta puhutaan ihanana ajanjaksona odottaen uutta perheenlisäystä, mutta se voi myös olla haastava ajanjakso, jonka aikana raskaana oleva henkilö voi kokea epämukaviakin muutoksia kehossaan ja ongelmat raskauden aikana voivat pahimmillaan johtaa sekä sikiön että raskaana olevan henkilön kuolemaan (<https://www.cdc.gov/vitalsigns/maternal-deaths/index.html>, 23.4.2023). Itse raskaana olemisenkin voi joillekin olla epämukava kokemus, joko ajatuksena tai siitä seuraavien epämukavien olotilojen kuten aamupahoinvoinnin, jalkojen turvotuksen, selkäsärkyjen, tai päänsärkyjen takia (<https://www.nhs.uk/pregnancy/trying-for-a-baby/signs-and-symptoms-of-pregnancy/>, 23.4.2023).

Syntyvistä 140 miljoonasta lapsesta noin 15 miljoonaa syntyy ennenaikaisesti, eli ennen raskausviikkoa 37. Miljoona lasta näistä kuolee johtuen ennenaikaisesta syntymästään. (<https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/preterm-birth>, 19.10.2022) Ennenaikainen syntymä voi myös aiheuttaa vakavia kehitysvammoja niin fyysisesti kuin henkisesti. (World Health Organization, 2012) Tällä hetkellä ainoa toimiva hoitokeino keskosena syntyville lapsille on keskoskaappi, jonka sisäistä lämpöä ja kosteutta voidaan säädellä mahdollisimman otolliseksi keskoselle, jonka oma lämmönsäätely on vielä alikehittynyt. Tämän lisäksi voidaan pitää keskosien hapensaanti mahdollisimman tasaisena, sillä keuhkojen kehitys on usein keskosilla vajanaista. Kaikki keskoselle tehtävät tutkimukset ja leikkaukset tehdään keskoskaapissa, jotta lapsen siirrosta ei aiheutuisi ylimääräistä stressiä lapselle. (<https://www.ylppo.fi/keskoshoito>, 23.4.2023)

Omien lapsien hankkiminen voi myös olla haastavaa tai mahdotonta esimerkiksi miespareille, transnaisille tai naisille, joiden oma biologinen kohtu on osittain tai kokonaan vaurioitunut. Toistaiseksi ratkaisuna ei ole ollut muuta kuin käyttää sijaissyntyttäjä. (Bulettiliite ym. 2011, Winter 2017, Kendal ja Koplín, 2022)

Enemmän tai vähemmän kaikkiin näihin voidaan tarjota ratkaisuksi keinokohtua. Ensisijaisesti keinokohtua on suunniteltu paremmaksi tavaksi hoitaa keskosia, mutta tulevaisuudessa niiden käyttötarkoitusten on mahdollista laajentua mahdollistamaan raskauden ulkoistaminen, tai omien lapsien hankkiminen.

Jo vuonna 1999 akryylilaatikkoa käytettiin alkeellisena keinokohtuna täyttämällä se nesteellä ja yrittämällä kasvattaa siinä vuohensikiöitä. (<https://www.nytimes.com/1996/09/29/magazine/the-artificial-womb-is-born.html>, 20.10.2022) Siitä asti – ja ehkäpä jo ennen sitä scifikirjallisuuden puitteissa – on arveltu, että keinokohdut ovat pian osa normaalia lisääntymistä. Toistaiseksi kuitenkin arvioidaan, että toimivien keinokohtujen saamisessa markkinoille, ja niiden yleistymisessä tavallisten ihmisten käyttöön, tulee kulumaan vuosia.

On kuitenkin selvää, että keinokohdut ovat tulossa. Aiheesta tehdään jatkuvaa tutkimusta, ja ennemmin tai myöhemmin, joku onnistuu luomaan markkinoillekin kelpaavan prototyypin. Jatkuvat uutisotsikot koeputkivauvoista ja pusseissa kasvavista vauvoista ovat kuitenkin saattaneet vaikuttaa yleiseen mielipiteeseen keinokohduista ja niiden käytöstä ja näin ollen hidastaa keinokohtututkimusta. Lisäksi eettiset kysymykset esimerkiksi abortista ja sikiön tietoisuudesta nousevat keinokohduistakin puhuttaessa jälleen valokeilaan.

Tässä työssä käsitellään, millaisia asioita tutkimuksessa on viime vuosien aikana saavutettu ja mitä haasteita tutkimuksessa on vielä edessä. Lisäksi pohditaan keinokohtujen käyttötarkoitusta ja mahdollisuuksia raskausajan inkubaattorina tai vaihtoehtona kehittyneemmälle keskoshoidolle. Työ myös sivuaa, millä tavalla keinokohtuja on käsitelty uutisotsikoissa maailmanlaajuisesti ja millaisia mielikuvia tästä on saattanut seurata ja millä tavalla uutisointi eroaa tehdystä tutkimuksesta. Lopussa pohditaan, mitkä eettiset kysymykset vaikeuttavat keinokohtujen tutkimusta tai käyttöä, tai mitä eettisiä kysymyksiä keinokohtujen käytöstä saattaa herätä. Lisäksi sivutaan, miten lainsäädäntö vaikuttaa tai tulee vaikuttamaan tulevaisuudessa keinokohtujen tutkimukseen ja käyttöön.

## **2. KEINOKOHDUT**

### **2.1 Mitä ovat keinokohdut?**

'Keinokohtu' sanaa käytetään kuvaamaan keinotekoista nesteen täyttämää ympäristöä, jonka tarkoituksena on toimia kasvupaikkana sikiölle. Keinokohtu välittää ravinteita ja happea sikiölle sekä kuljettaa sikiöltä syntyviä jätteitä pois. (Bulletti ym. 2011) Englanniksi kirjallisuudessa käytetään termejä kuten 'artificial womb' tai 'artificial amniotic sac'. Suomeksi nämä kääntyvät suoraan 'keinokohtu' tai 'keinotekoinen sikiöpussi'. Vaikka näillä sanoilla on terminologinen ero,

käytännössä niiden tarkoitus on sama. Kirjallisuudessa saatetaan myös puhua vain kohdun ulkopuolisesta kasvuympäristöstä. Selvyyden vuoksi näitä kaikkia sanoja varten käytetään tästä eteenpäin suomennosta 'keinokohtu'.

Keinokohtujen tarkoituksena on ylläpitää raskautta ja sikiön fysiologiaa ihmiskehon ulkopuolella. Käytännössä tämä tehdään estämällä keuhkojen hapettuminen ja välttämällä mekaanisia vaurioita. Keuhkojen kehittymisen jatkuminen mahdollistetaan ympyröimällä sikiö kokonaan steriilillä nesteellä. (Werner ja Mercurio, 2022)

Nykyisten keinokohtujen tapauksessa sikiö ei kasva keinokohdussa hedelmöityksestä saakka, vaan se siirrettäisiin siihen keisarinleikkauksen avulla. (Pruski ja Playford, 2022) Tämän jälkeen sikiö on kiinnitettävä keinotekoiseen istukkasysteemiin, joka pitää sikiön hengissä keinokohdun sisällä. Käytännössä keinokohtu siis pitää sisällään sekä itse "kohdun" että istukkasysteemin. (Partridge ym. 2017, Hornick ym. 2018, Usuda ym. 2019)

Viime vuosina keinokohtututkimuksissa on edetty eläinten, lähinnä lampaiden, sikiöillä suoritettuihin tutkimuksiin. Noin 600–700 grammaa painava lampaan sikiö, joka on noin 95 päivän ikäinen hedelmöityksestä, vastaa suurin piirtein sikiötä ihmisen raskausviikolla 24 (Usuda ym. 2019). Toistaiseksi vastaavia kokeita ei ole tehty ihmissikiöillä, vaikka viime aikoina teknologiset edistysaskeleet ovatkin tuoneet meidät lähemmäs väistämättömiä ihmiskokeita. (Werner ja Mercurio, 2022)

## 2.2 Keinokohtujen mahdollisuudet

Teknologiset saavutukset, jotka ovat parantaneet ennenaikaisesti syntyneiden lasten selviytymistä, ovat samalla mahdollistaneet uusia tapoja ektogeneesiin (organismien kehittymiseen tai kasvamiseen keinotekoisessa ympäristössä), implantaatioon sekä sikiöiden täyteen kehitykseen *in vitro*. Keinokohdut voivat tulevaisuudessa mahdollistaa raskauden sellaisille naisille, joiden kohtu on jotenkin vaurioitunut, eivätkä he täten kykene tulemaan raskaaksi. Tämän lisäksi keinokohdut voisivat toimia vaihtoehtoina keskoskaapeille, mahdollistaen ennenaikaisesti syntyneiden lasten selviämisen ilman ennenaikaisesta syntymästä johtuvia fyysisiä ongelmia. (Bulletti ym. 2011)

### 2.2.1 Vaihtoehto keskoskaapeille

Joka vuosi arviolta 15 miljoonaa lasta syntyy keskosena, eli ennen raskausviikkoa 37. Miljoona näistä lapsista kuolee syistä, jotka voidaan johtaa heidän ennenaikaiseen syntymäänsä.

(<https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/preterm-birth>, 19.10.2022) Raskausviikkoa 24 pidetään kehittyneissä maissa rajana lapsen selviämiseksi, sillä vain noin puolet näin aikaisessa vaiheessa syntyneistä lapsista selviää parhaallakin mahdollisella hoidolla. Vastaava raja kehitysmaissa on raskausviikko 32. Ennenaikainen syntymä vaikuttaa myös elossa selvinneisiin lapsiin, yleensä aiheuttaen vakavia kehitysvammoja sekä fyysisesti että henkisesti. (World Health Organization, 2012)

Keinokohtuja onkin useassa tutkimuksessa ehdotettu ajateltavaksi enemmänkin luonnollisena jatkumona ja kehityksenä nykyisille keskoskaapeille ja keskoshoidolle, jotta ennenaikainen syntymä ei tarkoittaisi kuolemaa tai kehitysvammoja. (Partridge ym. 2017, Usuda ym. 2019) Nestettä sisältävä keinokohtu voisi ratkaista monia nykyisen keskoshoidon ongelmia liittyen keuhkojen kehitykseen, verenkiertoon ja infektioriskiä. Esimerkiksi EXTEND-tutkimuksessa (Partridge ym. 2017) käytetty biopussi on steriili, suljettu rakenne ja tehdyssä tutkimuksessa ei ole vielä huomattu erityistä kontaminaatoriskiä, mikäli pussia ei avata ja uudelleen suljeta. Kierrättämällä pussin sisältämää lapsivettä voidaan myös ylläpitää nesteen steriiliyttä ja poistaa jätettä. Biopussissa sikiön keuhkot myös pysyvät nesteellä täytettynä ylläpitäen normaalia sikiöaikaista painetta hengitysteissä, mikä edesauttaa keuhkojen kehitystä normaalilla tavalla. (Partridge ym. 2018) Biopussien läpinäkyvä rakenne myös helpottaa sikiön tarkkailua ja mahdollistaa sikiön hoidon samalla, kun sikiö itse pysyy nestetilassa ja voi jatkaa kehitystään normaalilla tavalla. (Partridge ym. 2017)

## 2.2.2 Vaihtoehto raskaudelle ja kokonainen ektogeneesi

Toinen kokonaan uusi kehityssuunta keinokohduille olisi mahdollistaa raskaus keinokohdun avulla sellaisille henkilöille, joille se ei muuten olisi mahdollista. Esimerkiksi naiset, joiden oma kohtu on jotenkin vaurioitunut sillä tavalla, ettei se ole sopiva ylläpitämään raskautta ja johon perinteiset avustetut lisääntymisteknologiat eivät ole olleet avuksi (Bulletti ym. 2011, Kendal ja Koplin, 2022) tai transnaiset, joilla ei ole biologisista syistä kohtua ja, jotka haluavat saada biologisia lapsia ja kokea raskauden (Winter 2017) olisivat sopivia henkilöitä 3D-biotulostettujen keinokohtujen kohteiksi. Toistaiseksi tällaiset henkilöt ovat joutuneet turvautumaan sijaissyntyttäjiin tai adoptioon, jos se on heille ollut kulttuurillisesti, rahallisesti ja laillisesti sopivaa (Kendal ja Koplin, 2022).

3D-biotulostettujen keinokohtujen käyttö mahdollistaisi, että lasta kantava henkilö olisi syntyvän lapsen biologinen äiti, toisin kuin aiemmin käytössä olleet tavat. Lapsen kantaminen kohdussa myös vahvistaisi lasta kantavan henkilön sosiaalista ja laillista asemaa tämän äitinä. (Kendal ja Koplin, 2022) Kirjallisuudessa tällaisia vaihtoehtoja on lähinnä spekuloitu, eikä nykyisiä



keinokohtuja ole kehitetty toistaiseksi tällaista varten. Tämä toinen kehityssuunta herättää lisäksi kysymyksiä moraalista ja etiikasta, joihin voi olla vaikea vastata (Winter 2017).

Keinokohdut voisivat myös tulevaisuudessa mahdollistaa raskauden välttämisen kokonaan. Osa henkilöistä, jotka haluavat geneettisesti sukua olevan jälkeläisen saattaa pitää tätä vaihtoehtoa raskautta miellyttävämpänä. Kokonainen ektogeneesi myös poistaisi mahdollisuuden raskauden aiheuttamiin sairauksiin sekä kuolleisuuteen. (Kendal ja Koplín, 2022) Tällä hetkellä käytössä olevat välineet ja keksinnöt eivät kuitenkaan voi käytännöllisistä syistä mahdollistaa kokonaista ektogeneesiä, vaikka osittaisen ektogeenesin pitäisikin olla ulottuvillamme. (Bulletti ym. 2011)

### 2.3 Biopussit keinokohtuina

Yhdysvalloissa tehdyssä tutkimuksessa lampaan sikiöitä kasvatettiin 20–28 päivää läpinäkyvässä polyetyleenifilmistä valmistetussa nesteellä täytetyssä biopussissa (biobag). Tässä tutkimuksessa kehitettyä keinokohtua kutsutaan nimellä EXTEND: “EXTRa-uterine environment for neonatal development” eli kohdun ulkopuolinen ympäristö sikiöaikaiseen kehittymiseen. (Partridge ym. 2017, Hornick ym. 2018)

EXTEND-tutkimuksessa käytettiin erikseen pilottitutkimuksissa kehitettyä pumputonta keinotekoista istukkasysteemiä. Tässä systeemissä sikiön oma sydän hallitsee veren kierrättämistä. Istukkasysteemissä oli käytössä hapetin, jolla sikiön veri saatiin pysymään oikean happipitoisena. Istukkasysteemi kiinnitettiin sikiöön napanuorasta, ja se kulki ulos suljetusta biopussista vesitiiviiden porttien kautta. (Partridge ym. 2017)

Suljettu biopussi on steriili ympäristö, ellei pussia uudelleen avata, ja sen läpinäkyvä rakenne mahdollistaa sikiön tarkkailun ja mahdolliset toimenpiteet samalla, kun sikiö itse pysyy biopussin sisällä. Suljettu ympäristö myös minimoi tarvittavan lapsiveden määrän, eikä siihen jää ilmataskuja. Mikäli pussi jouduttiin tutkimuksen aikana avaamaan uudelleen, lapsiveden kontaminaatoriski saatiin hillittyä lisäämällä lapsiveden kierrätystä sekä puhdistusta ja antamalla antibiootteja. (Partridge ym. 2017)

Viisi lampaan sikiötä siirrettiin keinokohtuun 105–108 päivää hedelmöityksestä, jonka jälkeen nämä sikiöt olivat keinokohdussa 25–28 päivää. Kolme lampaan sikiötä siirrettiin keinokohtuun 115–120 päivää hedelmöityksen jälkeen, ja nämä lampaan sikiöt olivat keinokohdussa 20–28 päivää. EXTEND-tutkimus jouduttiin keskeyttämään 28. päivään koe-eläinprotokollien vuoksi, mutta tulosten mukaan koetta olisi voitu jatkaa vastaavana vielä pidempään. (Partridge ym. 2017)

Tutkimuksen tulosten mukaan lampaiden kasvu on verrattavissa normaaliin kohdussa tapahtuvaan kasvuun, eikä poikkeavuuksia ilmennyt. Sikiöillä havaittiin normaalia raskausajan liikehdintää: hengitystä sekä nieleskelyliikkeitä. (Partridge ym. 2017)

Toisessa tutkimuksessa lampaan sikiötä kasvatettiin 120 tuntia, eli viiden päivän ajan, sterilisoidussa keinotekoisessa pussissa. Käytettyä keinokohtua kutsuttiin nimellä EVE: "Ex-vivo Uterine Environment", eli kohdun ulkopuolinen ympäristö. EVE-tutkimuksen tarkoituksena oli tukea tervettä ylläpitoa noin 600–700 grammaa painavalle lampaan sikiölle 95 päivää hedelmöityksen jälkeen. (Usuda ym. 2019)

Keinotekoinen pussi täytettiin kuudella litralla synteettistä UV-steriloitua lapsivettä, joka vaihdettiin uuteen UV-steriloituun lapsiveteen kuuden tunnin välein. Keinokohdussa olevaa lapsivettä lämmitettiin jatkuvasti pitäen sen noin 38,7 °C lämpötilassa. Käytössä oli myös keinotekoinen istukkasysteemi, johon kuuluu ulosvirtausputkia, hapetin ja sisäänvirtausputki. Näillä osilla pyrittiin matkimaan oikean istukan toimintaa. Istukkasysteemi kiinnitettiin sikiöön napanuoran kautta ja täytettiin heparinisoidulla sikiön emän verellä. (Usuda ym. 2019)

EVE-tutkimuksessa oli mukana kahdeksan lampaan sikiötä. Viiden päivän jälkeen kaikki sikiöt eutanisoitiin koe-eläimiä koskevan lainsäädännön vuoksi ja niiden aivoista sekä keuhkoista tehtiin histologiset tutkimukset. Keinokohtukasvatuksen selviämisprosentti viidennen päivän lopussa oli 87,5 % (Usuda ym. 2019) ja, vaikka on otettava huomioon, että tutkimuksen otanta olikin pieni; selviämisprosentti keskosena syntyville ihmisille on vastaavan raskausajan jälkeen 50 % (World Health Organization, 2012).

Eutanisoiduilla lampaan sikiöillä ei havaittu bakteerikasvua tai tulehduksia ja vain yhden lampaan aivokuvissa oli poikkeavuuksia. EVE-tutkimus mahdollisti siis 120 tunnin selviämisen keinokohdussa seitsemälle ennenaikaisesti syntyneelle lampaalle. (Usuda ym. 2019)

Haasteita keinokohtututkimuksessa on tuottanut lainsäädännön asettamien rajojen lisäksi eniten keinotekoiset istukkasysteemit ja niiden kiinnitys sikiöön, sillä tarvittavia välineitä on hankala tuottaa pienempinä ja kiinnittäessä tapahtuvien epäonnistumisien mahdollisuus on suuri. (Miura ym. 2015, Partridge ym. 2017) EVE-tutkimuksessa tarvittavat välineet oli valmistettu ainoastaan tutkimusta varten. (Usuda ym. 2019) Istukan ja sikiön verenkiertoa, verenpainetta ja veren happipitoisuutta onkin yritetty jäljitellä useammassa tutkimuksessa, sillä sikiöaikainen verenkierto eroaa vastasyntyneiden ja aikuisten verenkierrosta. (Miura ym. 2015, Partridge ym. 2017, Usuda

ym. 2019) Tässä yhteydessä keinokohtua ja -istukkaa onkin hankala erottaa toisistaan, sillä kuten tyypillisessä raskaudessa, nämä kaksi osaa ovat korvaamattomia toisilleen.

## 2.4 3D-biotulostetut keinokohdut ja kohdunsiirrot

Toinen lähtökohta keinokohduille on 3D-biotulostetut keinokohdut. Tällaiset keinokohdut voisivat mahdollistaa suhteellisen normaalin raskauden sellaisille henkilöille, joille se muuten ei olisi mahdollista. (Bulletti ym. 2011, Winter 2017, Kendal ja Koplin, 2022)

Siinä, missä pussimaiset keinokohdut ovat täysin uudenlaisia ei-biologisia rakenteita, joiden tarkoitus on lähinnä miimikoida oikeaa kohtua (Partridge ym. 2017. Usuda ym. 2019), 3D-biotulostetut keinokohdut ovat teoriassa kuin mikä tahansa 3D-biotulostettu elin. Ne muodostuvat tukirakenteiden avulla istutetuista soluista sekä muista biologisista materiaaleista. (Murphy ja Atala, 2014)

Koska 3D-bioprintatut keinokohdut on sijoitettava henkilön sisälle oikean kohdun sijaan seuraa väistämättä, etteivät niiden hyödyt kaikilta osin yllä biopussimaisten keinokohtujen tasolle. Siinä missä biopussimainen keinokohtu on läpinäkyvä rakenne - biologinen kohtu ei ole sellainen. Sikiön kasvun seuraamisessa joudutaan siis turvautumaan perinteisiin raskauden seurannan keinoihin. Biopussimaisten keinokohtujen tavoin näitä keinokohtuja ei myöskään voida käyttää vaihtoehtoina keskoshoidolle, sillä sikiön siirto 3D-biotulostettuun kohtuun ei onnistu samalla tavalla kuin sikiön siirtäminen biopussimaiseen keinokohtuun. 3D-biotulostettujen kohtujen käyttötarkoituksen voidaan kuitenkin argumentoida eriävän huomattavasti biopussimaisten keinokohtujen käyttötarkoituksesta.

3D-bioprintattujen keinokohtujen suurin ongelma on tällä hetkellä, että toimivien elinten 3D-bioprinttaus ei vielä onnistu ja tekniikassa on vielä paljon haasteita ratkaistavana. (Murphy ja Atala, 2014) Teoriassa tällä tavoin tuotetut keinokohdut olisivat kuitenkin täysin vastaavia oikealle kohdulle.

Toinen 3D-biotulostettuihin kohtuihin liittyvä ongelma tulee ajankohtaiseksi vasta silloin, kun elinten valmistus biotulostuksella onnistuu. Kohtu nimittäin tulee myös siirtää onnistuneesti kasvatusalustalta ihmisen sisälle ilman, että se menettää kykynsä toimia tarkoituksessaan. Normaaleja kohdunsiirtoja on jo tehty, mutta kohtu ei ole aina ollut kykeneväinen ylläpitämään raskautta. Toistaiseksi vain yksi lapsi on syntynyt siirretystä kohdusta. Keinokohdun siirto ei niinkään tässä tapauksessa poikkeaa huomattavasti kohtujen elinsiirrosta - varsinkaan, jos kohtu on valmistettu käyttäen sen tulevan vastaanottajan soluja. Siirrosta ei siis seuraisi negatiivista

immuunipuolustusreaktiota ja hylkimistä. Tämän lisäksi käyttämällä 3D-biotulostettua kohtua voitaisiin välttää mahdollisesti haitalliset reaktiot hylkimisenestolääkkeistä. (Kendal ja Koplín, 2022) On hyvä myös muistaa, että käyttämällä kehon ulkoisia keinokohtuja, voitaisiin välttää kohdunsiirroista aiheutuvat vaarat. (Winter 2017)

## 3. KEINOKOHDUT UUTISOTSIKOISSA

### 3.1 Keinokohdut uutisotsikoissa

Keinokohdut ovat esiintyneet tasaisin väliajoin uutisotsikoissa viimeisen reilun kahdenkymmenen vuoden ajan. Tapoja, joilla keinokohtuja näissä artikkeleissa ja uutisissa on käsitelty, on kuitenkin monia.

Vuonna 1996 New York Times julkaisi Perri Klassin kirjoittaman artikkelin otsikolla ”The Artificial Womb is Born” (<https://www.nytimes.com/1996/09/29/magazine/the-artificial-womb-is-born.html>, 20.10.2022) (”Keinokohdut ovat syntyneet”). Artikkelissa kerrotaan ensisijaisesti Yoshinori Kuwabaran tutkimuksesta vuohen sikiöillä. Hedelmöittyneet alkio siirrettiin nesteellä täytettävään astiaan ja siinä oli ensimmäinen keinokohtu – ainakin sellainen, josta tiedetään. Vuohen sikiöitä pystyttiin tuolloin kasvattamaan kolme viikkoa tässä ensimmäisessä keinokohdussa, mutta jo silloin tekniset ongelmat, jotka vieläkin haittaavat keinokohtututkimusta, aiheuttivat hidasteita.

Samassa New York Timesin artikkelissa Arthur L. Caplan, silloinen Bioetiikan laitoksen johtaja Pennsylvanian yliopistossa, epäilee, että kolmenkymmenen vuoden päästä keinokohtujen prototyyppijä saattaa olla jo käytettävissä kokeellisissa ihmisillä tehtävissä tutkimuksessa. Kolmekymmentä vuotta sen jälkeen, keinokohdut ovat nykypäivää.

Vuonna 2009 Tiede-lehti julkaisi Mari Heikkilän artikkelin ”Vauva kasvaa keinokohdussa” ([https://www.tiede.fi/artikkeli/jutut/artikkelit/vauva\\_kasvaa\\_keinokohdussa](https://www.tiede.fi/artikkeli/jutut/artikkelit/vauva_kasvaa_keinokohdussa), 20.10.2022), joka viittaa niin Yoshinori Kuwabaran vuohilla tekemään tutkimukseen kuin myös Hung-Ching Liun vuoden 2003 tutkimukseen, jossa hän kasvatti hiirenpoikaisen melkein täysiaikaiseksi saakka keinokohdussa. Tämä hiiri ei kuitenkaan selvinnyt. Liu on myös tehnyt tutkimusta ihmisalkiolla,

jonka hän onnistui saamaan kiinnittymään keinokohdun seinämään, mutta lainsäädännöllisistä syistä tutkimus oli keskeytettävä.

Vaikka tiedelehden artikkeli pohjaakin aikaisemmin samalla vuosikymmenellä tehtyisin tutkimuksiin, siinä spekuloidaan jo vauvoilla, joita kasvatetaan täysin äidin kehon ulkopuolisissa keinokohduissa. Tulevat vanhemmat voivat seurata lapsensa kasvua sivusta ja annetaan kuva, kuinka kaikki tämä on jo aivan normaalia. Lapsi syntyy lääkärin keinokohtuun tekemällä viillolla ja pääsee pian jo kotiin uusien vanhempiansa kanssa.

Vuonna 2017 Helsingin Sanomat julkaisi lyhyen uutisen (<https://www.hs.fi/tiede/art-2000005184706.html>, 20.10.2022) samana vuonna tehdystä tutkimuksesta (Partridge ym., 2017). Toisin kuin Tiedelehden tulevaisuutta kuvitteleva artikkeli, Helsingin Sanomien uutinen on ytimekäs ja lähinnä tiivistää tutkimuksen pääkohdat. Kyseessä on sama tutkimus, jossa lampaita kasvatettiin neljän viikon verran Biobagissa.

Vuonna 2020 The Guardian julkaisi Jenny Kleemanin artikkelin (<https://www.theguardian.com/life-andstyle/2020/jun/27/parents-can-look-foetus-real-time-artificial-wombs-future>, luettu 20.10.2022) "Parents can look at their foetus in real time' - are artificial wombs the future?" ("Vanhemmat voivat katsoa sikiötään reaaliaikaisesti" - ovatko keinokohdut tulevaisuus?), jossa pohjataan pitkälti jo tehtyyn tutkimukseen ja pohditaan tulevaisuudessa mahdollisesti eteen tulevia kysymyksiä laajasti eri kannoilta.

### **3.2 Kuvien ja uutisoinnin vaikutus mielikuviin**

Vaikka yllä on esitelty vain pieni osa uutisista, joita on viimeisen kahdenkymmenen vuoden aika kirjoitettu keinokohduista, on silti huomattavissa trendi, jossa uutisotsikoissa hehkutetaan – ehkä osittain klikkausten hakuisesti – kuinka vauvoja kasvatetaan keinokohduissa ja, kuinka vanhemmat voivat seurata tulevan lapsensa kasvua alusta saakka.

Todellisuudessa tällaiset scifimaailmankuvat ovat vielä kaukana tulevaisuudessa. Esimerkiksi Caplanin mukaan menee varmaan vielä kuusikymmentä vuotta, ennen kuin keinokohdut ovat osa arkipäivää. (<https://www.nytimes.com/1996/09/29/magazine/the-artificial-womb-is-born.html>, 20.10.2022) Vaikka artikkeleissa usein mainitaan, ettei tällaista teknologiaa ole käytössä vielä pitkään aikaan, luovat uutisotsikot usein erilaista kuvaa lukijalle.

Kuvat ja visuaalisuus vaikuttavat tutkitusti ihmisten mielipiteisiin eettisistä asioista. Kuvat läpinäkyvistä keinokohduista uutisissa ja artikkeleissa siis vaikuttavat suoraan ihmisiin, jopa

enemmän kuin teksti. Uutisotsikoiden lisäksi esimerkiksi scifielokuvat, kuten *The Matrix* (1999), ovat voineet vaikuttaa ihmisten mielikuviin keinokohduista. (Kendal 2022)

On selvää, että tutkijat itse tietävät, millaisia mielikuvia keinokohtututkimuksesta voi seurata, joten he ottavat etäisyyttä sensaatiomaisista ja klikkihakuisista artikkeleista. (Kendal 2022) Varsinkin biopusseista valmistettuja keinokohtuja tutkineet tutkimusryhmät (Partridge ym. 2017, Usuda ym. 2019) ovat erikseen korostaneet tutkimuksessaan, että heidän tavoitteenaan ei ole pidentää sikiön elinkelpoisuuden aikaikkunaa alle nykyisen 24 viikon verran, vaan tehdä ensisijaisesti kaikkensa sen eteen, että ne syntyvät vauvat, joilla on mahdollisuus selvitä, voidaan pelastaa, ja pelastaa sellaisella tavalla, että siitä seuraa mahdollisimman vähän vammoja lapselle. Lisäksi Hollannissa tehdyssä tutkimuksessa mukaan on otettu taiteilija, tekemään keinokohtujen ulkoisesta visuaalisesta ilmeestä miellyttävämpi kuin kasa johtoja ja läpinäkyvä pussi. (<https://www.theguardian.com/society/2019/oct/08/artificial-womb-dutch-researchers-given-29m-to-develop-prototype>, 15.3.2023)

Keinokohdut tulevat tulevaisuudessa vaikuttamaan siihen, miten raskaus ja ihmisen kehitys nähdään yhteiskunnassa, sillä läpinäkyvät keinokohdut ovat suuri harppaus verrattuna esimerkiksi ultraäänitutkimuksen visuaalisuuteen. (Kendal 2022)

## 4. ETIIKKA JA LAINSÄÄDÄNTÖ KEINOKOHTUTUTKIMUKSESSA

Kuten moniin muihinkin uusiin bioteknologisiin laitteisiin tai keksintöihin, myös keinokohtuihin liittyy monia eettisiä kysymyksiä, jotka vaikeuttavat niin itse tutkimusta kuin myös keinokohtujen yleiseen käyttöön tuomista. Lisäksi lainsäädäntö vaikuttaa niin tutkimukseen kuin myös keinokohtujen käyttöön. Tässä osiossa käsitellään sekä muutamia eettisiä kysymyksiä liittyen keinokohtuihin sekä näistä eettisistä kysymyksistä riippuvia lainsäädännöllisiä ongelmia.

### 4.1 Vastasyntyneitä vai jotain muuta?

Keinokohtujen tapauksessa eteen tulee nopeasti sekä terminologiasta että käytännöstä johtuvia ongelmia, jotka johtavat juurensa siihen, että ei ole oikein varmoja onko keinokohtu jatkumoa raskaudelle vai raskauden jälkeinen tila – ja miksi tällaisessa ympäristössä kasvavaa ihmistä pitäisi kutsua. On ehdotettu (Romanis 2018), että keinokohdussa kasvavista sikiöistä käytettäisiin nimeä

'gestateling', joka suoraan suomennettuna tarkoittaa sellaista kasvavaa sikiötä, joka kasvaa keinotekoisessa ympäristössä kohdun ulkopuolella. Tällä termin muutoksella Romanis pyrkii tuomaan eroa vastasyntyneiden ja keinokohdussa edelleen olevien 'sikiöiden' välille. Suomenkielisessä kirjallisuudessa (Helander 2022) on käytetty termiä 'keinokohtuysilö' tarkoittaen keinokohtuun siirrettyä yksilöä pohdittaessa tätä samaa kysymystä: "sikiö, vastasyntynyt vai joku muu?". Tässä osiossa käytetään myös osin samaa termiä, vaikka Helanderin mukaan termi ei olekaan täysin kiistattomasti neutraali.

Romanis argumentoi, että jos sikiö, jossain sen kasvun vaiheessa siirretään kasvamaan keinokohtuun ja keinokohtua kohdellaan raskausajan jatkumona (syntymää ei ole tapahtunut), on kyseessä osittainen ektogeneesi. (Romanis 2018) Erona osittaisen ektogeneesin ja normaalin raskauden välillä Romanis pitää teknologista eroa keinokohtujen ja nykyisten keskoskaappien välillä. Toinen eroavaisuus, jonka Romanis mainitsee, on, että keinokohdussa sikiö edelleen kasvaa edelleen muun raskausajan tapaan, mutta keskoshoidossa lähinnä tuetaan vastasyntyneen omia elintoimintoja. (Romanis 2018) Romanis myös myöhemmin argumentoi, että pelkästään paikan vaihtoa – äidin kohdusta ulos – ei voida pitää syntymänä, vaan syntymä tarkoittaa myös muita biologisia ja merkityksellisiä muutoksia. (Romanis 2019)

Vastauksena Romanikselle Colgrove (2020) kuitenkin kyseenalaistaa tämän syntymän määritelmän ja sen perusteella myös siitä johdetun väitteen, että keinokohdussa kasvavat keinokohtuysilöt jotenkin eroavat muista vastasyntyneistä. Colgrove käyttää syntymän määritelmänä WHO:n määritelmää, jonka mukaan syntymä on lapsen täydellinen erkaantuminen tai irrottaminen äidistään ja tämän jälkeen, syntyneen lapsen itsenäinen hengitys tai muunlaiset todisteet elämästä (esimerkiksi sydämensyke, napanuoran syke tai tahdonalaisten lihasten liikuttaminen). Tämän määritelmän mukaisesti, mikäli lapsi on siirretty äidin kohdusta keinokohtuun, eli täten täydellisesti irrotettu äidistään, ja sillä on sykkivä sydän, sitä voidaan silloin pitää syntyneenä. Tämän perusteella Colgrove argumentoi, että vastasyntyntä ja keinokohtuysilöä ei voida terminologisesti erottaa toisistaan, ja että molempia pitäisi hoitaa ja kohdella samalla tapaa; kuin vastasyntyntä. (Colgrove 2020)

Samaan syntymiseen liittyvään kysymykseen voidaan kuitenkin vastata myös toisella tavalla. Kingma ja Finn (2019) ehdottavat, joskin eri määritelmää syntymästä käyttäen, että vastasyntyneen ja keinokohtuysilön välillä todella on fysiologisia eroja, jotka tulisi ottaa huomioon. Suurin tällainen ero on, että sikiö ei hengitä, vaan käyttää istukkaa saadakseen tarvitsemansa hapen. Jo tästä erosta seuraa lisää eroja sikiöiden ja vastasyntyneiden välillä. Sikiön veren hapenpitoisuus eriaa vastasyntyneen vastaavasta ja hemoglobiini on eri tyyppiä. Myös verenkiertoelimistössä on eroja:

sydän toimii yksi-pumppaus-systeemillä (toisin kuin vastasyntyneiden kahden pumppauksen systeemi), verisuonisto on erilainen, verenvirtaus ja verenpaine eroavat. (Kingma ja Finn, 2019)

Sikiössä tapahtuu näin ollen siis tiettyjä fysiologisia muutoksia syntymän hetkellä tai pian sen jälkeen, jotta syntynyt lapsi voisi mukautua ulkopuoliseen maailmaan. Sikiöllä on myös kokonaisia elimiä, jota vastasyntyneellä ei enää ole; istukka, napanuora. Näiden väitteiden perusteella Kingma ja Finn ovat samaa mieltä Romaniksen kanssa, että keinokohtuun siirretyn yksilön erottaa jokin vastasyntyneistä, mutta eivät hyväksy Romaniksen perustelua erottelulle, vaan ehdottavat vastaavaa: sikiöt ja keinokohtuun siirretyt yksilöt eivät vielä ole syntyneet, kun määritellään syntymä fysiologisten muutosten kautta, mutta keinokohtuun siirretyt yksilöt ovat syntyneet, kun määritetään syntymä paikan vaihtona. (Kingma ja Finn, 2019)

Vastasyntyneiden, sikiön ja keinokohtuun siirrettyjen yksilöiden tai 'gestatelingien' välillä ei siis välttämättä ole eroja, joilla nämä voidaan erottaa kolmeksi omaksi kategoriakseen. Käsitellessä eettisiä kysymyksiä, joita keinokohtuihin liittyen tulee väistämättä eteen, on hyvä, että voidaan erottaa termi 'keinokohtuyksilö' tai 'gestateling' omaksi ryhmäkseen. Näin seuraavia eettisiä ongelmia voidaan käsitellä mahdollisimman avoimesti.

## 4.2 Keinokohtujen vaikutus aborttiin

Vaikka yleisessä käytössä olevia keinokohtuja ei vielä ole onnistuttu valmistamaan, abortti on siitä huolimatta yksi aiheista, joka tulee eteen, kun aletaan puhumaan keinokohtujen tulevaisuudesta. Sikiön kasvaminen keinokohdussa lisää mahdollisuuksia, joilla abortin voisi teoriassa välttää osittain tai kokonaan. Tällaiset mahdollisuudet eivät kuitenkaan ota huomioon käytännön ongelmia, joita saattaa väistämättä seurata. Aiheeseen liittyen ei sinänsä ole tarpeellista pohtia itse abortin etiikkaa ja moraalialia sen enempää, vaan niitä tilanteita, joita abortin tekeminen tai haluaminen aiheuttaisi, mikäli keinokohduista tulee osa normaalia jokapäiväistä elämää.

Ylipäätään aborttioikeudesta on kiistelty useissa maissa ja varsinkin Yhdysvalloissa aihe on erittäin kiistelty. Keinokohdut tulevat Yhdysvalloissa todennäköisesti muuttamaan jo nyt erittäin tulkinnanvaraista lakia, sillä toistaiseksi lakia on tulkittu niin, että raskaana olevalla ihmisellä on oikeus olla olematta raskaana, mutta ei käytännössä oikeutta tappaa kasvavaa sikiötä. Tällä hetkellä käytössä olevat keinot eivät mahdollista ensimmäistä kohtaa ilman, että sikiön olemassaolo on lopettava, mutta keinokohdut tekisivät siitä mahdollista. Tulevaisuudessa on tämän takia todennäköisesti tarpeellista määrittää, onko abortin tekeminen käytännössä raskaana olemisen lopettamista vai sikiön olemassa olemisen lopettamista. (Cohen 2017)



Vastaavasti aborttioikeuden puolesta on todettu, että koska ihmisellä on oikeus olla luovuttamatta elimiään, ihmisellä on myös oikeus olla jakamatta ruumistaan toisen elämän ylläpidoksi. (Thomson 1971) Myös sikiön sijainti vaikuttaa abortin moraalisuuteen - tavallisessa raskaudessa sikiö on raskaana olevan henkilön sisällä, mikä antaa kyseiselle henkilölle oikeuden tehdä abortti. Keinokohtujen tullessa mukaan kuvaan, tällaiset aikaisemmin tehdyt toteamukset eivät kuitenkaan enää päde, sillä sikiö voidaan siirtää pois raskaana olevan henkilön kohdusta. (Pruski ja Playford, 2022) Välittämättä siitä pitääkö sikiötä siis pitää potentiaalisena elämänä tai jo elävänä, tällä tavalla voitaisiin tätä mahdollisesti potentiaalista elämää siis säilyttää ilman, että sikiön tarvitsee "kypsyä" ja kasvaa raskaana olleen henkilön sisällä. Puhuttaisiin siis osittaisesta ektogeneesistä, eli sikiö kasvaa osan ajasta biologisen kohdun ulkopuolella keinotekoisessa rakenteessa. (Kendall 2022)

Vaikka sikiön siirtäminen keinokohtuun abortin sijasta saattaa tuntua ajatuksena helpolta ja yksinkertaiselta ratkaisulta, tällainen johtopäätös voi olla liian pikainen. Sikiön siirtäminen keinokohtuun ei ole helppoa ja se on tehtävä keisarinleikkauksella, joka jättää arven sekä aiheuttaa kipua. Leikkauksessa on myös aina vaara inhimillisille virheille ja siitä paraneminen voi viedä kauemmin kuin pelkästä abortista toipuminen. Mikäli taloudellinen vastuu sikiön siirrosta jää myös raskaana olevalle henkilölle, sekin täytyy ottaa huomioon, kun pohditaan keinokohtuja ratkaisuna abortille. Nämä asiat on hyvä ottaa huomioon, välittämättä siitä halutaanko asiaa lähestyä aborttioikeuden kannalta vai sitä vastaan. (Pruski ja Playford, 2022)

Pelkästään sikiön siirrosta aiheutuvien kysymysten lisäksi, sikiön siirrosta raskaana olevan henkilön kohdusta keinokohtuun seuraa monia muitakin eettisiä ja moraalisia kysymyksiä. Näitä kysymyksiä voi olla hyvä pohtia, ennen kuin keinokohdut yleistyvät terveydenhuollossa. On selvää, että keinokohdut tulevat mullistamaan tämän osan jo nyt kiisteltyä pidetystä terveydenhuollosta. Tämän vuoksi onkin tärkeää, että näistä asioista voitaisiin tehdä päätöksiä, ennen kuin täytyy ratkoa ensimmäisiä tapauksia.

Raskaana olevien henkilöiden, keinokohtuysilöiden, sekä toimenpiteitä suorittavien lääkäreiden oikeuksien tulee olla selviä lainsäädännöllisellä tasolla, jotta ongelmilta vältytään tulevaisuudessa. (Werner ja Mercurio, 2022)

### **4.3 Lainsäädännön vaikutukset keinokohtututkimuksessa ja sen jälkeen**

Lainsäädäntö on omalta osaltaan hidastanut keinokohtuihin liittyvää tutkimusta ja se tulee myös vaikuttamaan keinokohtujen käyttöön, mikäli keinokohdut tulevat yleiseen käyttöön.

Hung-Ching Liun tutkimus mallista, joka yhdisti epiteeli- ja stroomasoluja, ja jota voidaan pitää yhtenä esiaskelena keinokohduille, piti keskeyttää vain kuuden päivän jälkeen johtuen Yhdysvaltojen alkioihin liittyvästä lainsäädännöstä. (Bulletti ym. 2011) Vastaavasti EXTEND-tutkimus jouduttiin keskeyttämään 28 päivän jälkeen koe-eläinprotokollien vuoksi (Partridge ym. 2017) ja EVE-tutkimus lopetettiin viiden päivän jälkeen lainsäädännöllisistä syistä. (Usuda ym. 2019) Lainsäädäntö on siis asettanut tiukat rajat, kuinka pitkäkestoista tutkimusta keinokohduilla voidaan tehdä ja tämä asettaa rajoituksia sille, kuinka tarkasti ja hyvin keinokohtututkimusta voidaan tehdä ja millaisia tuloksia voidaan eläinkokeissa saada. Vaikka arvioidaankin, että teknologisten edistysaskeleiden myötä ihmiskokeet eivät ole kaukana tulevaisuudessa (Werner ja Mercurio, 2022), lainsäädäntö tulee todennäköisesti hidastamaan tätä edistysaskelta entisestään.

Ennen kun kuitenkaan päästään ihmiskokeisiin asti, on hyvä käsitellä myös lainsäädäntöä, joka liittyy keinokohtujen käyttöön. Kuten edellisessä osiossa huomattiin, varsinkin aborttioikeus on herättänyt kysymyksiä sekä raskaana olevan henkilön että keinokohtuysilön oikeuksista lainsäädännöllisellä tasolla. Esimerkiksi Helander käsittelee artikkelissaan keinokohtuysilön oikeudellisen aseman peruskysymyksiä, joihin kaikkiin ei voida edes vielä vastata täydellisesti lyhyessä mittakaavassa. (Helander 2022)

Suomessa lapsi on oikeuskelpoinen henkilö vasta synnyttyään. Sikiöllä ei ole perusoikeuksia eikä sikiö ole oikeusobjekti. (Helander 2022) Keinokohtu ja kysymys siitä, mitä keinokohdussa todella on (sikiö, vastasyntynyt, vai jokin muu?), kuitenkin vaikuttavat näihin ennen itsestään selviin asioihin merkittävästi.

Oikeus raskauteen ja sikiöön liittyvään päätöksentekoon on raskauden aikana yksinomaan raskaana olevalla henkilöllä. Tämä muuttuu syntymän hetkellä, jolloin päätöksenteko-oikeus jakautuu molempien vanhempien tai huoltajien kesken. Vaikka alkion ja sikiön määritelmät löytyvät laista, vastaavaa määritelmää ei ole syntymälle. (Helander 2022) Huolimatta useasta ehdotuksesta, jolla syntymän määritelmää voitaisiin tarkentaa keinokohdut huomioon ottavaksi (Romanis 2018, Romanis 2019, Kingma ja Finn 2019, Colgrove 2020), tämä ei silti näy lainsäädännöllisellä tasolla. Keinokohdut tulevat siis muuttamaan tämänkin osan lainsäädännön tulkinnasta, joten olisi hyvä määrittää lainsäädännöllisellä tasolla onko syntymä tapahtunut silloin, kun yksilö siirretään keinokohtuun, vai vasta, kun yksilö siirretään pois keinokohdusta.

Keinokohtujen käytössä eteen tulee moninaisia lainsäädännöllisiä ongelmia liittyen keinokohtuysilön hoitoon tai hoidon lopettamiseen, riippuen siitä pidetäänkö keinokohtuysilöä

vastasyntyneenä vai sikiönä. Keinokohdot myös saattaisivat olennaisesti vaikuttaa elinkelpoisuuden määritelmiin, mikäli keinokohtua käsiteltäisiin raskausajan jatkumona. (Helander 2022) Täytyy kuitenkin muistaa edelleen, että tällä hetkellä keinokohtuja kaavaillaan tutkimuksissa ensisijaisesti kehittyneemmän keskoshoidon tavaksi. (Partridge ym. 2017, Usuda ym. 2019) Keinokohtujen aiheuttamat mahdollisuudet muissa skenaarioissa ovat siis lähinnä spekulatiota, eivätkä tällaiset tilanteet vielä ole ajankohtaisia.

## 5. YHTEENVETO

Keinokohtujen kehitys on edistynyt viime vuosina huomattavasti. On tultu kauas ajoista, jolloin akryylilaatikkaa käytettiin alkeellisena keinokohtuna, mutta samaan aikaan edessä on vielä paljon kehitettävää. Kenties lähitulevaisuudessa ihmiskokeet nykyisillä biopussimaisilla keinokohduilla ovat mahdollisia, sillä lampailla tehdyt kokeet ovat saaneet jo erittäin lupaavia tuloksia. Ihmisillä tehtyjen kokeiden ja tutkimusten jälkeen voi olla, että keinokohdut lunastavat paikkansa vaihtoehtona keskoshoidolle.

On kuitenkin hyvä muistaa uutisoinnin vaikutus ihmisten mielikuviin. Kuten Dolly-lampaan ja kloonauksen tapauksessa vuosituhannen vaihteessa, uutisointi voi vaikuttaa vahvasti siihen millaista tutkimusta tulevaisuudessa voidaan tehdä. On kuitenkin vaikea uskoa, että keinokohtututkimus pysähtyisi enää kokonaan ja montaa tutkimusta onkin yritetty tehdä erittäin ihmisläheiseksi ja miellyttävämmäksi scifimaailman koeputkivauva-mielikuvien sijaan.

Tässä tutkielmassa tuotiin esille mahdollisuus raskauden täydelliseen välttämiseen (eli kokonaiseen ektogeneesiin), sekä 3D-bioprintatut keinokohdut, jotka voitaisiin siirtää henkilöiden sisälle tavallisten elinsiirtojen tapaan. Näitä vaihtoehtoja saadaan kuitenkin todennäköisesti odottaa vielä paljon pidemään kuin biopussimaisia keinokohtuja, joiden tarkoitus on toimia kehittyneempänä vaihtoehtona keskoshoidolle. 3D-bioprinttauksen kehittyessä tällä tavalla valmistetut keinokohdut saattavat hyvinkin muodostua yhdeksi vaihtoehdoksi keinokohtujen suunnalla. Kokonainen ektogeneesi kuitenkin nykyisellä teknologialla on todennäköisesti vielä todella kaukana.

Keinokohtututkimuksen myötä heräävät eettiset ja moraaliset dilemmat vaativat myös vastauksia, ennen kuin keinokohtuja voidaan alkaa käyttämään yleisesti terveydenhuollon osana. Tällaisiin kysymyksiin harvemmin on yhtä oikeaa vastausta ja se täytyykin ottaa huomioon, kun mietitään miten nämä kysymykset heijastuvat lainsäädäntöön sekä käytäntöön.

Kaikesta tästä huolimatta, vaikuttaa siltä, että keinokohdut saattavat hyvinkin olla osa tulevaisuuden raskautta ja lasten hankintaa. Se millä tavalla tämä oikeasti tapahtuu, tulee kuitenkin todennäköisesti selviämään vasta paljon myöhemmin.

## 6. LÄHTEET

Bulletti C, Palagiano A, Pace C, ym. (2011). The artificial womb. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1221: 124-128.

Cohen IG (2017). Artificial Wombs and Abortion Rights. *Hastings Center Report*, 47: inside back cover-inside back cover.

Colgrove N (2020). Artificial wombs, birth and 'birth': a response to Romanis *Journal of Medical Ethics* 2020;46:554-556.

Helander M (2022). Keinokohtu – Sikiön vai keskosen asuinpaikka? *Oikeus* 2022 (51); 2: 281–298.

Kendal E ja Koplin JJ (2022). The Moral Superiority of Bioengineered Wombs and Ectogenesis for Absolute Uterine Factor Infertility. *Cambridge Quarterly of Healthcare Ethics* 31: 73–82.

Kendal ES (2022). Form, function, perception, and reception: Visual bioethics and the artificial womb. *The Yale Journal of Biology and Medicine* 95(3), 371-377.

Kingma E, Finn S. (2020) Neonatal incubator or artificial womb? Distinguishing ectogestation and ectogenesis using the metaphysics of pregnancy. *Bioethics* 2020; 34:354–363.

Miura Y, Matsuda T, Usuda H, ym. (2016). Parallelization of Artificial Placenta System. *Artificial Organs* 40: E61-E68.

Murphy S, Atala A. (2014) 3D bioprinting of tissues and organs. *Nat Biotechnol* 32, 773–785.

Partridge E, Davey M, Hornick M, ym. (2017). An extra-uterine system to physiologically support the extreme premature lamb. *Nat Commun* 8, 15112.

Partridge EA, Davey MG ja Flake AW (2018). Development of the Artificial Womb. *Curr Stem Cell Rep* 4, 69–73.

Pruski, Michal, ja Richard C Playford (2022). Artificial Wombs, Thomson and Abortion – What Might Change? *Diametros* 19 (73):35-53.

Romanis EC. Artificial womb technology and the frontiers of human reproduction: conceptual differences and potential implications. *J Med Ethics* 2018; 44:751–755.

Romanis EC (2019). Artificial womb technology and the significance of birth: why gestatelings are not newborns (or fetuses) *J Med Ethics* 2019; 45:727–729.

Thomson JJ (1971). “A Defense of Abortion,” *Philosophy & Public Affairs* 1 (1): 47–66.

Usuda H, Watanabe S, Saito M, ym. (2019). Successful use of an artificial placenta to support extremely preterm ovine fetuses at the border of viability. *Am J Obstet Gynecol* 2019; 221:69.e1-17.

Werner KM ja Mercurio MR. (2022) Ethical considerations in the use of artificial womb/placenta technology, *Seminars in Perinatology*, Volume 46, Issue 3, 2022, 151521.

Winter, GF. (2017) The future of artificial wombs. *British Journal of Midwifery*, [s. l.], v. 25, n. 7, p. 416, 2017

World Health Organization (2012). *Born too soon: the global action report on preterm birth*. World Health Organization.